

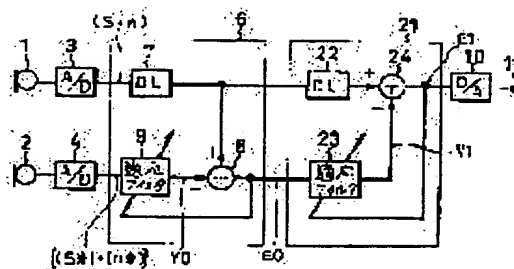
(11)Publication number : 05-191884  
(43)Date of publication of application : 30.07.1993

H04R 3/00  
G10K 11/16  
H03H 17/04  
H04R 1/40

(71)Applicant : SONY CORP  
(72)Inventor : SASAKI TORU  
OKUBO HITOSHI

**PURPOSE:** To attribute to the size reduction of an equipment and to prevent the deterioration of sound collection quality without a windscreen by eliminating noise components and minimizing the external influence to a sound signal.

**CONSTITUTION:** A main input (S+n) is formed from the output of a microphone 1 and a reference input [(S\*)+(n\*)] is formed from the output of a microphone 2. An adaptive noise canceller 6 supplies the main input (S+n) and a residual difference component  $\epsilon$  to an adaptive noise canceller 21. An adaptive filter 23 of the adaptive noise canceller 21 cancels a noise component from the main input (S+n) and outputs a sound signal component S.



[Date of request for examination]	12.01.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3084883
[Date of registration]	07.07.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3084883号  
(P3084883)

(45) 発行日 平成12年9月4日 (2000.9.4)

(24) 登録日 平成12年7月7日 (2000.7.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

H 0 4 R 3/00

3 2 0

H 0 4 R 3/00

3 2 0

G 1 0 K 11/178

H 0 3 H 21/00

H 0 3 H 21/00

H 0 4 R 1/40

3 2 0 A

H 0 4 R 1/40

3 2 0

G 1 0 K 11/16

H

請求項の数1 (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平4-24486

(22) 出願日

平成4年1月14日 (1992.1.14)

(65) 公開番号

特開平5-191884

(43) 公開日

平成5年7月30日 (1993.7.30)

審査請求日

平成11年1月12日 (1999.1.12)

(73) 特許権者 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者

佐々木 徹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(72) 発明者

大久保 仁

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(74) 代理人

100082762

弁理士 杉浦 正知

審査官

松澤 福三郎

(56) 参考文献

特開 平3-70397 (J P, A)

特開 昭61-194913 (J P, A)

特開 昭61-194914 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 雑音低減装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 近接して設けられた第1および第2のマイクロホンと、

第1および第2の適応ノイズキャンセラとを備え、

上記第1のマイクロホンの出力を上記第1および第2の適応ノイズキャンセラの主要入力としてそれぞれ供給し、上記第2のマイクロホンの出力を上記第1の適応ノイズキャンセラの参照入力として供給し、上記第1の適応ノイズキャンセラの残差出力を上記第2の適応ノイズキャンセラの参照入力として供給するように構成されることを特徴とする雑音低減装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、雑音低減装置、特にマイクロホン出力の雑音成分を低減せしめる雑音低減装

置に関する。

【0002】

【従来の技術】 マイクロホンは、音波の音圧の変化を振動板の機械的な振動に変換し該振動に基づき電気音響変換系を動作させる構造のものが多く、従って、マイクロホンで收音する際、何らかの要因によって振動板に影響が及ぼされると雑音が発生することになる。

【0003】 上述の要因が風であれば風による雑音〔以下、これを風雑音と称する〕が発生する。上述の風雑音を低減する従来技術としては、例えば、以下のようなものがある。

(1) ウインドスクリーン〔風防〕の使用

(2) 電氣的／音響的ハイパスフィルタの使用

(3) 低音域で無指向性を示す構成の採用

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述の風雑音を低減する従来技術にあっては、夫々、以下のような問題点があった。

(1) に対して・・・機器に設ける場合には機器の小型化に反する。

一般的に、風防の外形寸法が大きい程、また、マイクロホンと風防内壁との距離が大きい程、風雑音は小さくなる。

【0005】

(2) に対して・・・收音品質が低下する。

風雑音は低域成分が主体であるため、低域をカットすることは風雑音に対して有効である。しかしながら、この場合には、風雑音のみならず音声の低域成分も同様にカットされてしまう。

【0006】 (3) に対して・・・風雑音の低下するレベルが不十分である。

有指向性のマイクロホンに比較して無指向性のマイクロホンでは、風雑音のレベルが低下するが、実際にはマイクロホン周囲の筐体の影響等によって、「低音域で無指向性を示す構成」を採用するだけでは、十分に低いレベルとはならない。

【0007】 従って、マイクロホンを備えてなる機器が一層小型化すると共に、より高い收音品質が望まれる現在の状況にあって、上述の従来技術のみを以てしては風雑音をより一層低減させることが困難になりつつある。

【0008】 従って、この発明の目的は、小型化が可能で、雑音の除去と、音声入力に対する外部の影響の除去を確実にし得る雑音低減装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 この発明は、近接して設けられた第1および第2のマイクロホンと、第1および第2の適応ノイズキャンセラとを備え、第1のマイクロホンの出力を第1および第2の適応ノイズキャンセラの主要入力としてそれぞれ供給し、第2のマイクロホンの出力を第1の適応ノイズキャンセラの参照入力として供給し、第1の適応ノイズキャンセラの残差出力を第2の適応ノイズキャンセラの参照入力として供給するように構成されることを特徴とする雑音低減装置である。

【0010】

【作用】 近接して設けられた一対のマイクロホンの夫々の出力には、音声信号成分と雑音成分が含まれている。一対のマイクロホンは近接して設けられているため音声信号成分同士の相関は高くなる。また、雑音成分の相関は低く、略々無相関となる。

【0011】 この前段の適応処理手段では、原理的に音声信号成分の相関が高ければ、マイクロホンの感度の違い、入力される音声信号間の位相差〔時間差〕等は吸収される。従って、前段の適応処理手段に於いて、相関の高い音声信号成分が除去され、雑音成分のみが残差成分として出力される。

【0012】 後段の適応処理手段の主要入力は、一方のマイクロホンの出力であり、参照入力、前段の適応処理手段の残差成分である。

【0013】 この後段の適応処理手段では、参照入力、主要入力の雑音成分に等しくなるように適応的に処理され、該適応的に処理された参照入力が主要入力から減算される。従って、主要入力の内、雑音成分のみが最小化、即ち、キャンセルされ、音声信号対雑音比は最大化される。

【0014】

【実施例】 以下、この発明の一実施例について図1乃至図6を参照して説明する。近接して配置されている一対のマイクロホン1、2では、周囲の音声、風雑音と共に收音され、電気信号に変換されて出力される。該マイクロホン1、2は近接して配置されているため、略々同一の音声及び風雑音が收音され、電気信号に変換されて出力される。マイクロホン1、2の出力に含まれる風雑音成分の周波数スペクトラムの例が図3に示されている。この図3からも明らかなように、風雑音は低域成分が主体であることが判る。

【0015】 マイクロホン1、2は同一方向に向けて配置されるだけでなく、例えば、マイクロホン1、2間の距離が所望の信号の周波数で規定される波長の範囲内であれば相互に逆向きであってもよい。マイクロホン1から出力される電気信号はA/D変換回路3に供給され、マイクロホン2から出力される電気信号はA/D変換回路4に供給される。

【0016】 A/D変換回路3、4では、マイクロホン1、2から供給される電気信号がデジタル信号に変換される。A/D変換回路3にて変換されたデジタル信号は、 $(S+n)$  で表わされ、該信号  $(S+n)$  は適応ノイズキャンセラ6への主要入力とされる。また、A/D変換回路4にて変換されたデジタル信号は、 $[(S*) + (n*)]$  で表わされ、該信号  $[(S*) + (n*)]$  は適応ノイズキャンセラ6への参照入力とされる。

【0017】 上述の信号に於いて、 $S$  及び  $(S*)$  は音声信号成分を表わし、 $n$  及び  $(n*)$  は風雑音成分を表わす。また、雑音成分  $n$  及び  $(n*)$  は加法性を有し、雑音成分  $(n*)$  と  $n$  は相関を有するものとされている。

【0018】 上述の主要入力  $(S+n)$  が適応ノイズキャンセラ6に設けられている遅延回路7で所定時間、遅延せしめられた後、適応ノイズキャンセラ6の加算器8、適応ノイズキャンセラ21の遅延回路22に供給される。この遅延量は、適応処理のための演算に要する時間遅れ或いは適応フィルタ9に於ける時間遅れ等に相当するものとされ、システムの構成により適宜、設定可能とされている。そして、A/D変換回路4の出力が適応ノイズキャンセラ6に設けられている適応フィルタ9に

供給される。

【0019】適応フィルタ9では、フィルタ特性が逐次自己調整され、参照入力 $[(S*) + (n*)]$ の音声信号成分 $(S*)$ に基づいて、主要入力 $(S+n)$ の音声信号成分 $S$ に類似する成分としての信号 $Y0$ が形成される。尚、適応フィルタ9の構成及び、該適応フィルタ9を適応動作させるためのアルゴリズムについては、適応ノイズキャンセラ21に設けられている適応フィルタ23と同様であるので、詳細な説明は適応フィルタ23の説明にて行うこととし重複する説明を省略する。

【0020】適応フィルタ9から出力され、負符号の付されてなる信号 $Y0$ は、加算器8に供給される。また、遅延回路7からは、主要入力 $(S+n)$ が加算器8、適応ノイズキャンセラ21の遅延回路22に供給される。

【0021】加算器8では、上述の主要入力 $(S+n)$ と信号 $Y0$ との間で減算がなされる。加算器8では、信号 $Y0$ によって音声信号成分 $S$ が除去され、雑音成分、即ち、 $(n - (n*))$ のみが残る。

【0022】ところで、前述したように、マイクロホン1、2は近接して配置されているので、音声信号成分 $S$ 、 $(S*)$ は、特に低域に於いて、高い相関を示し、他方、雑音成分 $n$ 、 $(n*)$ は低い相関を示す。

【0023】適応ノイズキャンセラ6の適応処理に於いて、原理的に音声信号成分 $S$ 、 $(S*)$ の相関が高ければ、マイクロホン1、2の感度の違い、入力される音声信号間の位相差〔時間差〕等を吸収することが可能となる。従って、音声信号成分 $S$ 、 $(S*)$ 同士が除去される。これによって、残差成分 $\varepsilon 0$ としては雑音成分のみとされる。

【0024】また、一対のマイクロホン1、2にて生ずる風雑音成分のコヒーレンスの例が図4に示されている。この図4に示されるように、一般的に2つの音響端子に生ずる風雑音成分は相関の低いことが知られている。従って、マイクロホン1、2の出力の差分をとっても零にならず、上述の残差成分 $\varepsilon 0 [= (n - (n*))]$ の形成が可能となる。この残差成分 $\varepsilon 0 [= (n - (n*))]$ の周波数スペクトラムが図5に示されている。

【0025】該残差成分 $\varepsilon 0 [= (n - (n*))]$ は参照入力として適応ノイズキャンセラ21の適応フィルタ23に供給されると共に、適応フィルタ9にフィードバックされる。

【0026】適応ノイズキャンセラ21の遅延回路22では、主要入力 $(S+n)$ が所定時間、遅延せしめられた後に出力される。この遅延量は、適応処理のための演算に要する時間遅れ或いは適応フィルタ23に於ける時間遅れ等に相当するものとされ、システムの構成により適宜、設定可能とされている。遅延回路22を経た主要入力 $(S+n)$ は加算器24に供給される。

【0027】適応フィルタ23では、フィルタ特性が逐

次、自己調整されて主要入力 $(S+n)$ の雑音成分 $n$ に類似する成分としての信号 $Y1$ が形成される。即ち、適応ノイズキャンセラ21への参照入力 $(n - (n*))$ が、該適応ノイズキャンセラ21への主要入力 $(S+n)$ の音声信号成分 $S$ に似るように、フィルタ特性が逐次、自己調整される。該信号 $Y1$ は加算器24に供給される。

【0028】適応フィルタ23の構成について説明する。この適応フィルタ23は、図2に示されるFIRフィルタ型の適応形線形結合器が用いられている。図2の構成に於いて、DL1～DLLは遅延回路を表わし、MPQ～MPLは係数乗算器を表している。また、16は加算器、15、17は夫々、端子を表している。

【0029】上述の遅延回路DL1～DLLに於ける $[Z^{-1}]$ は単位サンプリング時間の遅延を表し、係数乗算器MPQ～MPLに供給される $W_{nk}$ は加重係数を夫々、表している。加重係数 $W_{nk}$ が固定されていれば通常のFIRデジタルフィルタである。

【0030】加算器24では、遅延回路22からの出力と、負符号が付され後述する適応フィルタ23から出力される信号 $Y1$ との加算がなされる。この信号 $Y1$ は、後述するように、主要入力 $(S+n)$ 中の雑音成分 $n$ に類似する成分とされている。従って、加算器24では、主要入力 $(S+n)$ から雑音成分 $n$ が減算され、音声信号成分 $S$ が最大化される。換言すれば、主要入力 $(S+n)$ の雑音成分 $n$ は最小化され、実質的にはキャンセルされる。

【0031】音声信号成分 $S$ は、適応フィルタ23にフィードバックされると共に、D/A変換回路10に供給される。該D/A変換回路10では、音声信号成分 $S$ がアナログ信号に変換され、該アナログ信号が端子11から取出される。

【0032】この一実施例にかかる雑音低減の効果が図6に示されている。図6には、実線にて示される主要入力 $(S+n)$ 、即ち、マイクロホン1の出力と、破線にて示されるシステム出力、即ち、端子11から取出される適応ノイズキャンセラ21の出力が示されている。そして、音声信号成分 $S$ を擬似的に表すものとして500 Hzの正弦波が加えられている。

【0033】この図6からも明らかなように、マイクロホン1の出力に於ける雑音成分 $n$ のレベル〔図6中の実線〕に対して、適応ノイズキャンセラ21の出力〔図6中の破線〕のレベルの低下が顕著である。また、500 Hzの正弦波は、適応ノイズキャンセラ21の有無に係わらず、そのレベルを保持していることが判る。

【0034】ここで、適応フィルタ23を適応動作させるためのアルゴリズムについて説明する。この適応フィルタ23に於ける演算のアルゴリズムは、各種のものを使用できるが、計算量が比較的少なく、実用的で且つ多用されているLMS（最小平均自乗）アルゴリズムにつ

いて、以下に説明する。このLMS（最小平均自乗）アルゴリズムは、以下の説明中、特に明示しないが、適応ノイズキャンセラ6に設けられている適応フィルタ9に於いても用いられている。

【0035】入力ベクトル $X_k$ を

$$X_k = [X_k \quad X_{k-1} \quad X_{k-2} \quad \cdots \quad X_{k-L}]$$

として表せば、適応フィルタ23の出力 $Y_k$ は、

$$Y_k = \sum_{n=0}^L W_{kn} X_{k-n}$$

で与えられる。

【0036】遅延回路22の出力を $d_k$ とすれば、その差分出力〔残差出力〕は、

$$\epsilon_k = d_k - X_k^T W_k$$

となる。LMS（最小平均自乗）法では、加重ベクトルの更新は以下の式に従って行われる。

$$W_{k+1} = W_k + 2\mu \epsilon_k X_k$$

上式に於ける $\mu$ は、適応の速度を安定性を決める利得因子、いわゆるステップゲインである。

【0037】加重ベクトルを上述のようにして更新していくことによって、システムの出力パワーを最小化するように動作がなされる。以下、この動作を定式化して説明する。簡単のため遅延回路22を無視した場合、加算器24からの差分出力 $\epsilon$ は

$$\epsilon = S + n - Y$$

である。

【0038】 $\epsilon$ の自乗の期待値は、以下の式で表される。

$$E[\epsilon^2] = E[S^2] + E[(n-Y)^2] + 2E[S(n-Y)]$$

ここで、 $S$ は $n$ 及び $Y$ と無相関であるところから、上式に於いて、

$$E[S(n-Y)] = 0$$

となる。従って、 $\epsilon$ の自乗の期待値 $E[\epsilon^2]$ は以下の式で表される。

$$E[\epsilon^2] = E[S^2] + E[(n-Y)^2]$$

【0039】適応フィルタ23は、 $E[\epsilon^2]$ が最小になるように調整されるが、 $E[S^2]$ は影響を受けないので、以下の式のようになる。

$$E_{\min}[\epsilon^2] = E[S^2] + E_{\min}[(n-Y)^2]$$

【0040】 $E[S^2]$ は影響を受けないことから、 $E[\epsilon^2]$ が最小化されることは、 $E[(n-Y)^2]$ が最小化されることを意味している。従って、適応フィルタ23の出力 $Y$ は、 $[n]$ の最良の最小自乗推定値になっている。

【0041】 $E[(n-Y)^2]$ が最小化される時、 $[\epsilon - S = n - Y]$ であることから、 $E[(\epsilon - S)^2]$ も最小化される。従って、適応フィルタ23を調整して全出力パワーを最小化することは、差分出力 $\epsilon$

が音声信号成分 $S$ の最良の最小自乗推定値になることに等しい。

【0042】差分出力 $\epsilon$ は、一般的に音声信号成分 $S$ に多少の雑音成分が加わったものとなるが、出力される雑音成分は $(n-Y)$ で与えられるので、 $E[(n-Y)^2]$ を最小化することは出力の信号対雑音比を最大化することに等しい。

【0043】この一実施例によれば、近接して配置されている一対のマイクロホン1、2の出力の内、マイクロホン1の出力に基づき主要入力 $(S+n)$ が形成され、マイクロホン2の出力に基づき参照入力 $[(S*) + (n*)]$ が形成される。

【0044】適応ノイズキャンセラ6の適応フィルタ9では、音声信号成分 $(S*)$ が音声信号成分 $S$ になるように逐次、自己調整がなされ、音声信号成分 $(S*)$ に基づいて形成された信号 $Y0$ が上述の主要入力 $(S+n)$ から減算される。この結果、音声信号成分 $S$ 、 $(S*)$ は除去され、加算器8からは雑音成分のみの残差成分 $\epsilon0 [= (n - (n*))]$ が出力される。つまり、適応ノイズキャンセラ6からは、主要入力 $(S+n)$ と残差成分 $\epsilon0 [= (雑音成分 (n - (n*)))]$ が適応ノイズキャンセラ21に供給される。

【0045】即ち、適応ノイズキャンセラ6の主要入力 $(S+n)$ が、適応ノイズキャンセラ21の主要入力 $(S+n)$ となり、適応ノイズキャンセラ6の残差成分 $\epsilon0$ が、適応ノイズキャンセラ21の参照入力となる。

【0046】適応ノイズキャンセラ21の適応フィルタ23では、上述の参照入力 $(n - (n*))$ に基づき、主要入力 $(S+n)$ 中の雑音成分 $n$ に類似する信号 $Y1$ が形成される。該信号 $Y1$ が加算器8にて主要入力 $(S+n)$ から減算されることによって、雑音成分 $n$ がキャンセルされて音声信号成分 $S$ が出力される。

【0047】従って、通常の一対のマイクロホン1、2を用いることによって、風雑音成分を確実にキャンセルすることができる。この雑音成分の除去に関しては、風防を使用せず、また、マイクロホン1、2が近接して配置されるため機器の小型化に貢献でき、そして、電気的／音響的ハイパスフィルタ等を使用する必要がないため收音品質の低下を防止することができる。

【0048】また、適応ノイズキャンセラ6、21を用いているので、風雑音の特性〔例えば、レベル或いはスペクトル分布等〕が変化しても、適応フィルタ9、23の特性が自動的に更新され、風雑音成分を安定して低減させることができる。

【0049】更に、マイクロホン1、2の感度の違い、入力される音声信号間の位相差〔時間差〕等を吸収することが可能となり、これら外部の要因による音声信号成分 $S$ に対する影響を最小限のものとできる。

【0050】この一実施例に示される雑音低減装置は、多方面の收音システムに対して適用が可能である。例え

ば、小型携帯用のビデオカメラ装置に対して、或いは単品のマイクロホンに対して適用が可能である。この実施例に示される一対のマイクロホン1、2は、指向性の有無を問わず使用可能である。

【0051】この一実施例では、殆ど同一構成の適応ノイズキャンセラ6、21を2段に縦続接続して用いる例が示されているが、これに限定されるものではない。例えば、適応ノイズキャンセラ6、21をソフトウェア及びDSPで実現し、時分割的に用いるようにしてもよい。

【0052】

【発明の効果】この発明にかかる雑音低減装置によれば、雑音成分を確実にキャンセルすることができるという効果がある。また、雑音成分の除去に関しては、風防を使用せず、一対のマイクロホンを近接して配置するため機器の小型化に貢献でき、そして、電気的／音響的ハイパスフィルタ等を使用する必要がないため收音品質の低下を防止することができるという効果がある。更に、雑音の種類毎に処理系を用意せずとも、単一の処理系で良好な收音品質を実現するという効果がある。

【0053】また、実施例によれば、適応ノイズキャン

セラを用いているので、風雑音の特性〔例えば、レベル或いはスペクトル分布等〕が変化しても、適応フィルタの特性が自動的に更新され、風雑音成分を安定して低減させることができるという効果がある。

【0054】前段の適応処理手段により、外部の要因による音声信号成分に対する影響を吸収でき、音声信号成分に及ぼされる影響を最小限のものとすることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示すブロック図である。

【図2】適応フィルタの構成を示すブロック図である。

【図3】風雑音成分の周波数スペクトラムを示す図である。

【図4】一対のマイクロホンにて收音された風雑音成分の相関度を示す図である。

【図5】一対のマイクロホンで收音された風雑音成分の差分出力例を示す図である。

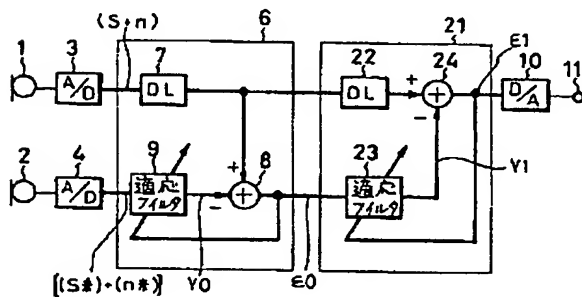
【図6】雑音低減効果を示す波形図である。

【符号の説明】

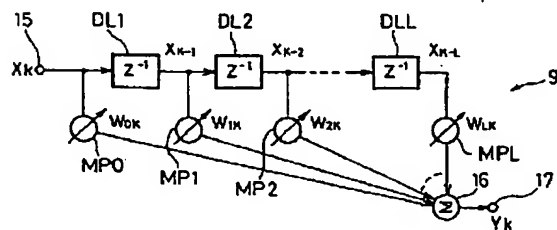
1、2 マイクロホン素子

6、21 適応ノイズキャンセラ

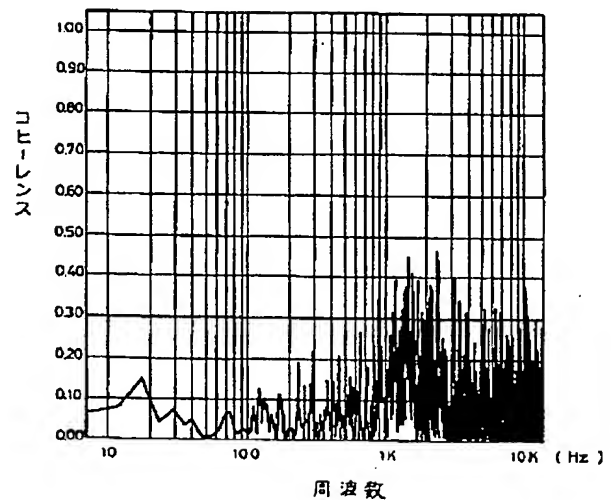
【図1】



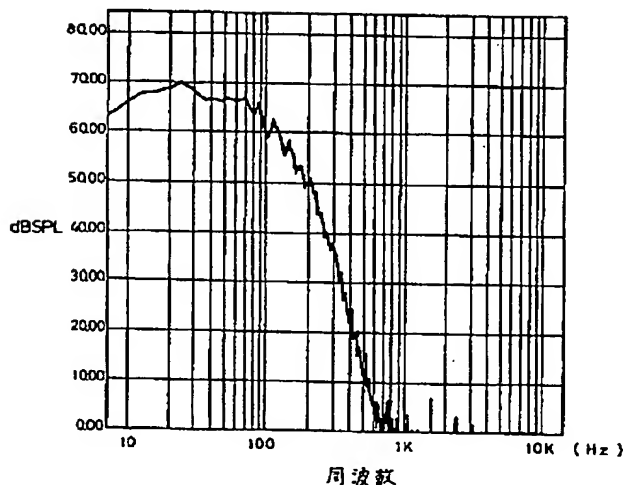
【図2】



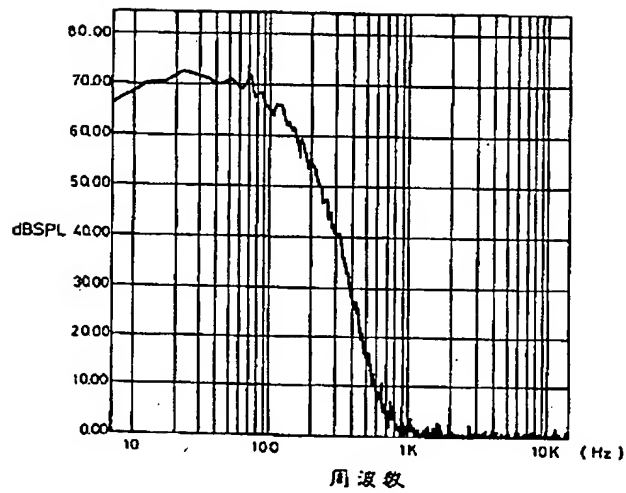
【図4】



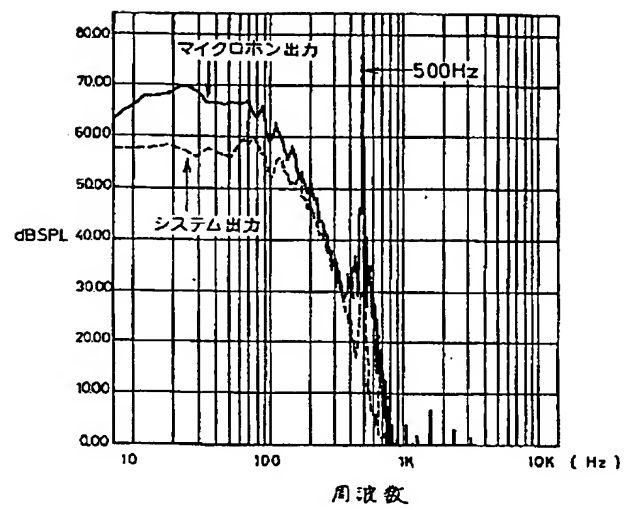
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, DB 名)

H04R 3/00 320

G10K 11/178

H03H 21/00

H04R 1/40 320